Dimensionamento di impianti geotermici a bassa entalpia

EDIFICIO	***Edificio***
INDIRIZZO	***Via Roma - Borgomanero (NO)***
IMPIANTO	***Impianto sonde verticali***
COMMITTENTE	***Edilclima srl***
INDIRIZZO	***Via Vivaldi 7 - Borgomanero (NO)***

Rif. ***Esempio.E14***
Software di calcolo EDILCLIMA - EC714 versione 1.2.0

Edilclima srl
Via Vivaldi, 7 - 28021 Borgomanero (NO)

DATI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Caratteristiche geografiche

Località		***BORGOMANERO***		
Provincia		***Novara***		
Altitudine s.l.m.			***307***	m
Latitudine nord	***45° 41'***	Longitudine est	***8° 27'***	
Gradi giorno			***2559***	
Zona climatica			***E***	

Località di riferimento

per la temperatura		***NOVARA***
per l'irradiazione	I località:	***NOVARA***
	II località:	***VERBANIA***
per il vento		***NOVARA***

Caratteristiche del vento

Regione di vento:	***A***		
Direzione prevalente	***Nord***		
Distanza dal mare		***> 40***	km
Velocità media del vento		***0,8***	m/s
Velocità massima del vento		***1,6***	m/s

Dati invernali

Temperatura esterna di progetto	***-6,0***	°C
Stagione di riscaldamento convenzionale	dal ***15 ottobre*** al ***15 aprile***	

Dati estivi

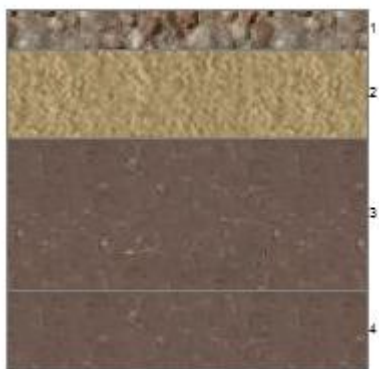
Temperatura esterna bulbo asciutto	***30,5***	°C
Temperatura esterna bulbo umido	***22,3***	°C
Umidità relativa	***50,0***	%
Escursione termica giornaliera	***12***	°C

Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	*0,1*	*2,5*	*7,6*	*12,3*	*16,6*	*21,0*	*23,5*	*22,5*	*18,4*	*12,1*	*6,3*	*1,6*

CARATTERISTICHE TERMICHE E FISICHE DEL SOTTOSUOLO
secondo VDI 4640 2000 - prUNI

Stratigrafia:

Spessore totale	***90,0***	m
Diffusività media	***5,54***	10^{-7} m^2/s
Conduttività termica media	***1,180***	W/mK
Massa volumica media	***1837***	kg/m^3
Capacità termica media	***2,05***	MJ/m^3K

N.	Descrizione strato	s [m]	λ [W/mK]	M.V. [kg/m³]	C.T. [MJ/m³K]
1	*Ghiaia umida*	*10,0*	*1,8*	*2700*	*2,4*
2	*Sabbia satura*	*22,0*	*1,6*	*1450*	*2,1*
3	*Argilla/limo secco*	*38,0*	*0,5*	*1800*	*1,5*
4	*Argilla/limo umida*	*20,0*	*1,7*	*1900*	*2,5*

Legenda simboli

s	Spessore dello strato
λ	Conduttività termica dello strato
M.V.	Massa volumica dello strato
C.T.	Capacità termica dello strato

DATI DI INPUT

Fabbisogni termici/frigoriferi di progetto

	FABBISOGNI TERMICI		FABBISOGNI ACS	ENERGIA TERMICA	FABBISOGNI FRIGORIFERI		ENERGIA FRIGORIFERA
Mese	$Q'_{h,hp\ out}$ [kWh]	$Q'_{p,\ vari\ I}$ [kWh]	$Q'_{p,\ ACS}$ [kWh]	$Q_{h,hp\ out}$ [kWh]	$Q'_{c,hp\ out}$ [kWh]	$Q'_{p,\ vari\ E}$ [kWh]	$Q_{c,hp\ out}$ [kWh]
Gennaio	25910	-	-	25910	0	-	0
Febbraio	18590	-	-	18590	0	-	0
Marzo	10250	-	-	10250	0	-	0
Aprile	4230	-	-	4230	0	-	0
Maggio	0	-	-	0	1890	-	1890
Giugno	0	-	-	0	9500	-	9500
Luglio	0	-	-	0	20860	-	20860
Agosto	0	-	-	0	14590	-	14590
Settembre	0	-	-	0	5360	-	5360
Ottobre	3750	-	-	3750	0	-	0
Novembre	9935	-	-	9935	0	-	0
Dicembre	16450	-	-	16450	0	-	0
TOTALI	89115	-	-	89115	52200	-	52200

Legenda simboli

$Q'_{h,hp\ out}$ Fabbisogno di energia termica mensile fornita dalla pompa di calore
$Q'_{p,\ vari\ I}$ Energia termica fornita dal sottosistema di generazione per usi di processo
$Q'_{p,\ ACS}$ Fabbisogno di energia mensile per la produzione di acqua calda sanitaria
$Q_{h,hp\ out}$ Fabbisogno di energia termica totale fornita dalla pompa di calore
$Q'_{c,hp\ out}$ Fabbisogno di energia frigorifera mensile fornita dalla pompa di calore
$Q'_{p,\ vari\ E}$ Energia frigorifera fornita dal sottosistema di generazione per usi di processo
$Q_{c,hp\ out}$ Fabbisogno di energia frigorifera totale fornita dalla pompa di calore

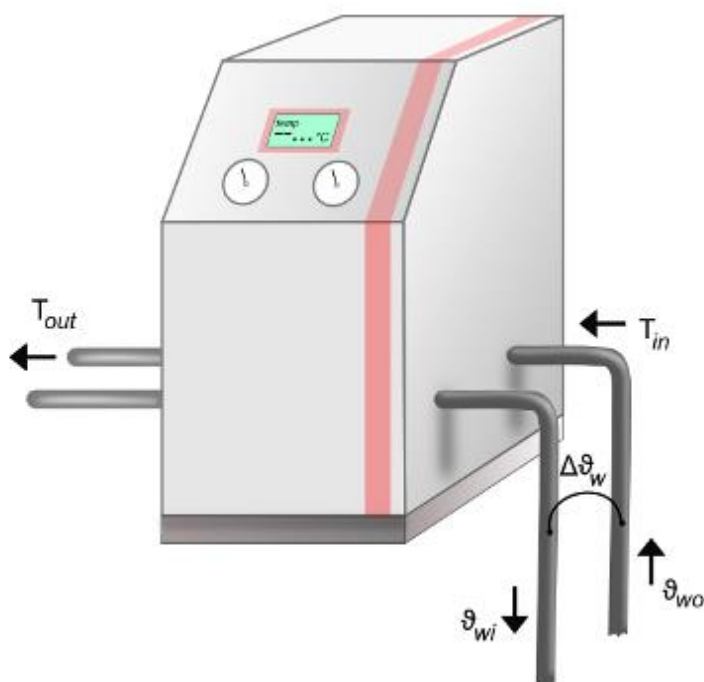
Dettagli pompa di calore

Marca/Serie/Modello **_Pompa di calore_**

Caratteristiche in riscaldamento:

Potenza nominale	$Q'_{h,hp\ outD}$	37,00	kW
COP nominale		5,03	
Temperatura mandata PdC nominale	T_{out}	35,0	°C
Temperatura ingresso PdC nominale	T_{in}	2,0	°C
Temperatura mandata PdC di progetto	T_{out}	35,0	°C
Differenza Temperatura scambiatore	$\Delta\theta_{gw}$	11,0	°C
Salto termico del fluido	$\Delta\theta_{w}$	3,0	°C

Caratteristiche in raffrescamento:

Potenza nominale	$Q'_{c,hp\ outD}$	32,60	kW
EER nominale		4,95	
Temperatura mandata PdC nominale	T_{out}	12,0	°C
Temperatura ingresso PdC nominale	T_{in}	25,0	°C
Temperatura mandata PdC di progetto	T_{out}	18,0	°C
Differenza Temperatura scambiatore	$\Delta\theta_{gw}$	17,0	°C
Salto termico del fluido	$\Delta\theta_{w}$	5,0	°C

Fabbisogni elettrici:

Potenza media degli ausiliari	***1000***	W
Potenza elettrica pompe circolazione	***1680***	W

Caratteristiche fluido:

Tipologia	***Soluzione acqua-glicole etilenico***	
Concentrazione	***10***	%
Calore specifico	***4,03***	kJ/kgK
Temperatura di congelamento	***-3,00***	°C
Massa volumica	***1010,99***	kg/m³
Conduttività termica	***0,57***	W/mK

Parametri di funzionamento

Flusso termico annuale	Q_a	***1124***	W

		Riscaldamento	Raffrescamento	
Ore di funzionamento a pieno carico	T_h / T_c	***2409***	***1601***	n° ore
Prestazione pompa di calore	COP_{reale} / EER_{reale}	***4,89***	***5,91***	
Temperatura uscente dallo scambiatore	θ_{wo}	***1,0***	***29,0***	°C
Temperature entrante nello scambiatore	θ_{wi}	***-2,0***	***34,0***	°C
Fattore di carico parziale	PLF_m	***0,96***	***0,88***	

Dettagli impianto

Caratteristiche scambiatore di calore a terreno:

Tipologia **Scambiatori verticali a doppia U**
Disposizione scambiatore **Centrale**
Interasse tubazione **0,090** m
Coefficiente Scambio termico **170,000** W/m²K

Denominazione	Materiale	Cond. [W/mK]	Φ int. [mm]	Φ est. [mm]
UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10	*PE*	*0,40*	*23*	*32*

Caratteristiche tubazione di perforazione:

Rimozione tubazione al termine della perforazione [***X***] Sì [] No

Denominazione	Materiale	Cond. [W/mK]	Φ int. [mm]	Φ est. [mm]
Tubazione in acciaio per perforazioni teleguidate	*Acciaio*	*0,00*	*130*	*154*

Caratteristiche materiale di riempimento:

Tipologia **Bentonite (20%) Quarzite (40%)**
Conduttività termica **1,470** W/m²K

Configurazione a terreno:

Numero di perforazioni **15**
Disposizione delle perforazioni **In linea tripla**
Distanza tra gli scambiatori **10,0** m

Legenda simboli

Cond. Conduttività termica del materiale
Φ int. Diametro interno della tubazione
Φ est. Diametro esterno della tubazione

PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO
Secondo prUNI

Dimensionamento scambiatori:

Lunghezza totale	***1234***	m
n° scambiatori	***15***	
Lunghezza scambiatore singolo	***82,3***	m
$\lambda_{corretto}$ del terreno	***1,1***	W/mK

	Riscaldamento		*Raffrescamento*	
Portata totale degli scambiatori	***144,43***	l/min	***112,24***	l/min
Perdita di carico dello scambiatore	***0,05***	bar	***0,03***	bar
COP/EER di calcolo	***4,89***		***5,91***	
Δt di calcolo	***-0,5***	°C	***31,5***	°C
Velocità fluido negli scambiatori	***0,19***	m/s	***0,15***	m/s
Numero di Reynolds	***4452***		***3460***	
Regime fluido	***Transizione***		***Transizione***	

	STAGIONE DI RISCALDAMENTO			**STAGIONE DI RAFFRESCAMENTO**		
Mese	**T_h [n° ore]**	**$PLF_{m,hD}$ [kWh]**	**E_h [kWh]**	**T_h [n° ore]**	**$PLF_{m,hD}$ [kWh]**	**E_c [kWh]**
Gennaio	***700***	***0,96***	***7177,4***	***0***	***0,00***	***0,0***
Febbraio	***502***	***0,69***	***5149,7***	***0***	***0,00***	***0,0***
Marzo	***277***	***0,38***	***2839,4***	***0***	***0,00***	***0,0***
Aprile	***114***	***0,16***	***1171,8***	***0***	***0,00***	***0,0***
Maggio	***0***	***0,00***	***0,0***	***58***	***0,08***	***475,3***
Giugno	***0***	***0,00***	***0,0***	***291***	***0,40***	***2389,3***
Luglio	***0***	***0,00***	***0,0***	***640***	***0,88***	***5246,3***
Agosto	***0***	***0,00***	***0,0***	***448***	***0,61***	***3669,4***
Settembre	***0***	***0,00***	***0,0***	***164***	***0,23***	***1348,0***
Ottobre	***101***	***0,14***	***1038,8***	***0***	***0,00***	***0,0***
Novembre	***269***	***0,37***	***2752,1***	***0***	***0,00***	***0,0***
Dicembre	***445***	***0,61***	***4556,9***	***0***	***0,00***	***0,0***
COMPLESSIVI	***2409***	***0,96***	***24686,0***	***1601***	***0,88***	***13128,4***

Legenda simboli

$\lambda_{corretta}$	Conduttività termica del terreno equivalente ad una profondità pari alla lunghezza degli scambiatori
Δt	Differenziale di temperatura tra ingresso e uscita fluido dalla scambiatore
T_h	Numero di ore equivalenti di funzionamento a pieno carico dell'impianto di riscaldamento
$PLF_{m,hD}$	Fattore di carico parziale dell'impianto di riscaldamento
E_h	Consumo elettrico dell'impianto di riscaldamento (pompa di calore, pompa di circolazione e ausiliari)
T_c	Numero di ore equivalenti di funzionamento a pieno carico dell'impianto di raffrescamento
$PLF_{m,cD}$	Fattore di carico parziale dell'impianto di raffrescamento
E_c	Consumo elettrico dell'impianto di raffrescamento (pompa di calore, pompa di circolazione e ausiliari)

PERDITE DI CARICO DEL CIRCUITO

CIRCUITO DI MANDATA									
Tratto	**N° scamb.**	**Gruppo tubazione**	**DN**	**Lunghezza [m]**	**Accidentalità [bar]**	**Accessori (CV) [bar]**	**Portata [l/min]**	**Velocità [m/s]**	**dP tratto [bar]**
1	*15*	*et12 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10*	*40*	*25,0*	*0,183*	*0,000*	*144,43*	*3,59*	*1,272*
2	*10*	*et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10*	*32*	*10,0*	*0,000*	*0,000*	*96,29*	*3,80*	*0,640*
3	*5*	*et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10*	*32*	*15,0*	*0,038*	*0,000*	*48,14*	*1,90*	*0,307*
4	*4*	*et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10*	*32*	*10,0*	*0,012*	*0,000*	*38,52*	*1,52*	*0,131*
5	*3*	*et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10*	*32*	*10,0*	*0,007*	*0,000*	*28,89*	*1,14*	*0,078*
6	*2*	*et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10*	*32*	*10,0*	*0,003*	*0,000*	*19,26*	*0,76*	*0,037*
7	*1*	*et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10*	*32*	*10,0*	*0,001*	*0,000*	*9,63*	*0,38*	*0,011*

Perdita di carico dello scambiatore **0,051** bar

	Circuito di mandata	*Circuito di ritorno*
Perdita di carico collegamenti orizzontali	***2,477*** bar	***2,477*** bar

Perdita TOTALE dell'impianto ***5,004*** bar